



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

STOHOVAČ PALET

PALLET DESTACKER

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. LUKÁŠ KUBÍČEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. ing. MIROSLAV ŠKOPÁN, CSc.

BRNO 2014



ABSTRAKT

Tato diplomová práce je zaměřena na návrh konstrukce stohovače palet pro 15 palet s ohledem na ekonomičnost a jednoduchost konstrukce. Práce obsahuje kritickou rešerši stohovačů na trhu, dále vlastní návrh konstrukce stohovače, základní funkční výpočet, návrh jednotlivých komponent, ověření návrhu pomocí MKP analýzy a výkresovou dokumentaci.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stohovač palet, destohovač palet, paletizace, průmyslová automatizace, MKP

ABSTRACT

This thesis focuses on the design pallet stacker for 15 pallets in accordance to economy and simplicity of design. Thesis involves critical research of stackers several producers, design of construction, fundamental calculations of construction, construction design of components, FEM analyses of components and drawing documentation.

KEYWORDS

Pallet destacker, pallet destacker, pallet magazine, palletization, industry automation, FEM



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KUBÍČEK, L. *Stohovač palet*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 69s. Vedoucí diplomové práce doc. ing. Miroslav Škopán, CSc..



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. ing. Miroslava Škopána, CSc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25. května 2014

.....

Lukáš Kubíček



PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Miroslav Škopánovi, CSc. Za odborné vedení, konzultace a podnětné návrhy k práci.



OBSAH

Úvod	8
1 Paletizace	9
1.1 Paletizace obecně	9
1.2 Umístění paletizace ve výrobním procesu	9
1.3 Proces paletizace	10
1.4 Způsoby paletizace	10
1.4.1 Paletizace paletizátorem	11
1.4.2 Paletizace průmyslovým robotem	11
1.5 Prvky paletizace	12
1.5.1 Dopravníky	12
1.5.2 Stohovače palet.....	13
1.5.3 Vkladače proložek.....	13
1.5.4 Ovinovací zařízení	13
1.5.5 Indikace vadných palet.....	13
1.5.6 Palety	14
1.6 Druhy sortimentů	15
1.7 Příklad reálné paletizace	Chyba! Záložka není definována.
2 Stohovače palet.....	Chyba! Záložka není definována.
2.1 Stohovače obecně	Chyba! Záložka není definována.
2.1.1 Definice stohovače palet.....	Chyba! Záložka není definována.
2.1.2 Způsob doplňování stohovače	Chyba! Záložka není definována.
2.1.3 Pohony stohovačů	Chyba! Záložka není definována.
2.1.4 Ovládání stohovačů	Chyba! Záložka není definována.
2.1.6 Základní části stohovače	Chyba! Záložka není definována.
2.2 Druhy konstrukčních řešení stohovačů jednotlivých výrobců	Chyba! Záložka není definována.
2.2.1 Stohovač PROCON Empty Pallet Magazine	Chyba! Záložka není definována.
2.2.2 Stohovač PALOMAT Double Up	Chyba! Záložka není definována.
2.2.3 Stohovač Webcon.....	Chyba! Záložka není definována.
2.2.4 Stohovač Alvey vidlicový.....	Chyba! Záložka není definována.
2.2.5 Stohovač Alvey s bočním vedením a prsty s písty	Chyba! Záložka není definována.
2.2.6 Stohovač Alvey s nastavitelnými prsty	Chyba! Záložka není definována.
3 Návrh řešení	Chyba! Záložka není definována.



3.1	Rám stroje	Chyba! Záložka není definována.
3.2	Vozík.....	Chyba! Záložka není definována.
3.2.1	Vedení vozíku v rámu.....	Chyba! Záložka není definována.
3.2.2	Sevření palet.....	Chyba! Záložka není definována.
3.3	Ramena	Chyba! Záložka není definována.
3.4	Prsty.....	Chyba! Záložka není definována.
3.6	Zdvížné ústrojí.....	Chyba! Záložka není definována.
4	Základní funkční výpočet zařízení.....	Chyba! Záložka není definována.
4.1	Výpočet výkonu motoru a jeho výběr	Chyba! Záložka není definována.
5	Ověření hlavních částí konstrukce pomocí MKP analýzy	Chyba! Záložka není definována.
5.1	Ověření konstrukce rámu.....	Chyba! Záložka není definována.
5.2	Ověření konstrukce prstu pro úchop palety	Chyba! Záložka není definována.
5.3	Ověření konstrukce rámu vozíku	Chyba! Záložka není definována.
	Závěr	Chyba! Záložka není definována.
	Použité informační zdroje	Chyba! Záložka není definována.
	Seznam použitých zkratk a symbolů	Chyba! Záložka není definována.
	Seznam příloh.....	19



ÚVOD

Z důvodů snižování výrobních nákladů a zvyšování produkce v potravinářském, chemickém, oděvním, textilním, polygrafickém, dřevozpracujícím, celkově spotřebním průmyslu, dochází k plné automatizaci výrobního procesu. Součástí tohoto výrobního procesu jsou prvky paletizace, do kterých se řadí i stohovače palet.

Stohovače palet slouží k akumulaci palet při paletizaci sortimentu, proto tato zařízení nesmí zabírat mnoho plošného prostoru. Jsou nejčastěji umístěny přímo nad dopravníkem palet. Ovládání stohovače je podmíněno logikou celého systému paletizace, ale ve většině případů se jedná o plně automatizovaný proces závislý na paletizaci.

Cílem této práce je návrh stohovače palet pro průmyslovou automatizaci. Většina výrobců při návrhu těchto zařízení vychází ze zkušeností firmy a tím zřídka kdy jsou tato zařízení detailněji propočítávána pomocí MKP. Při návrhu konstrukce v této práci jsou jednotlivé díly průběžně kontrolovány vzhledem k okrajovým podmínkám. Tímto způsobem lze navrhnout lehkou dostatečně tuhou konstrukci s ohledem na ekonomičnost.

Většina konstrukcí těchto strojů je volena jako svařence. Tato práce se pro pozdější využití získaných poznatků ubírá směrem montované konstrukce, kde jsou normalizované polotovary nahrazeny ohýbanými plechy s předpálenými dírami, čímž jejich spojení šrouby nahradí svařované konstrukce.

V práci je proveden návrh konstrukce stohovače pro 15 palet včetně jeho komponent, dále základní funkční výpočet. Poté výpočet okrajových podmínek pro MKP analýzu. V příloze jsou kompletní výpočty z programu Mathcad, vizualizace stohovače a výkresová dokumentace obsahující celkovou sestavu, sestavu zdvižné jednotky a sestavu svařence nohy s jeho jednotlivými díly.



Obrázek 1: Stohovač palet



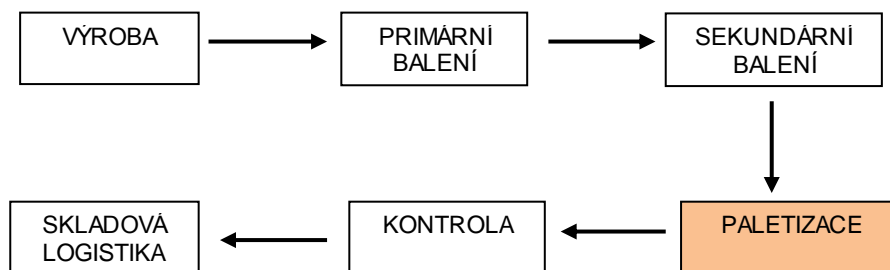
1 PALETIZACE

1.1 PALETIZACE OBECNĚ

Paletizace je proces manipulace se sortimentem za účelem seskupení sortimentu v lépe manipulovatelný celek. K tomuto účelu je používáno palet jako pevného podkladu, na který seskupíme sortiment a připravíme ho tím na další manipulaci. Paletizace je nejčastěji umístěna po sekundárním balení, kdy je sortiment seskupen ve větší celky. U rozměrných sortimentů je sekundárního balení opomíjeno. [1] [2] [3]

1.2 UMÍSTĚNÍ PALETIZACE VE VÝROBNÍM PROCESU

Paletizace jsou umísťovány po výrobním a balícím procesu před procesem skladování. Paletizace není považována za „čistý provoz“, proto nebývá umísťována v prostorách výrobních, ale spíše v prostorách skladovacích. To z důvodu možné kontaminace produktu od dřevěných palet. Dalším důvodem je samotná logistika palet a její návaznost na skladové prostory na prázdné a plné palety.

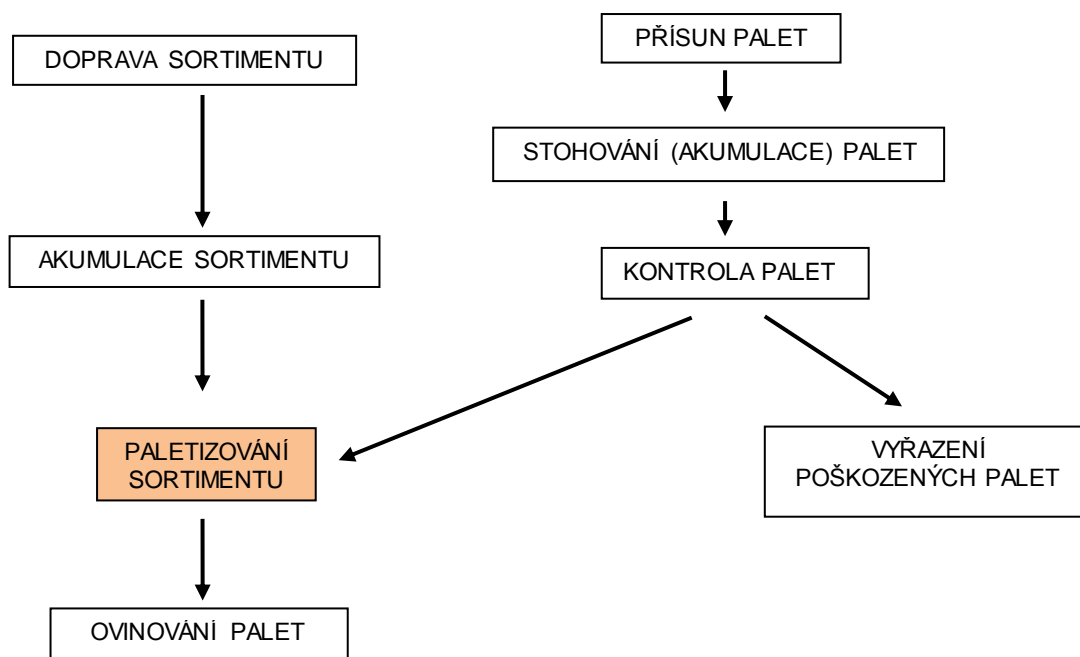


Obrázek 2: Příklad výrobního procesu



1.3 PROCES PALETIZACE

Proces paletizace plně závisí na typu sortimentu. Upravuje se tedy vždy „na míru“ pro daný sortiment. Obecně lze říci, že čím vyšších rychlostí paletizace je nutno dosáhnout, tím je nutnější specifitější nastavení pro každý produkt.



Obrázek 3: Proces paletizace

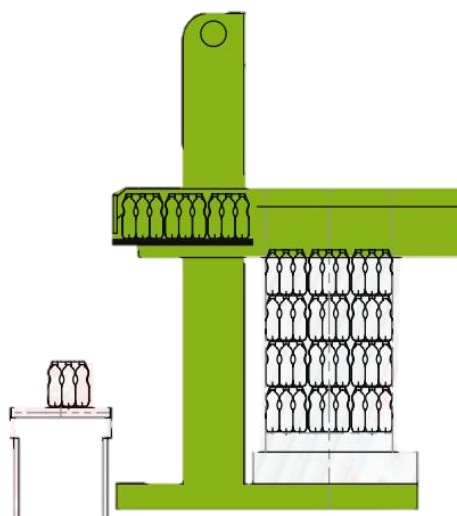
1.4 ZPŮSOBY PALETIZACE

Způsoby paletizace můžeme rozdělit na dva základní typy. A to paletizace pomocí průmyslových robotů, nebo paletizátorů. Oba způsoby jsou velice rozšířené a jejich použití se odvíjí od množství produkce a také od případné pozdější opětné využitelnosti pro jiný typ produktu



1.4.1 PALETIZACE PALETIZÁTOREM

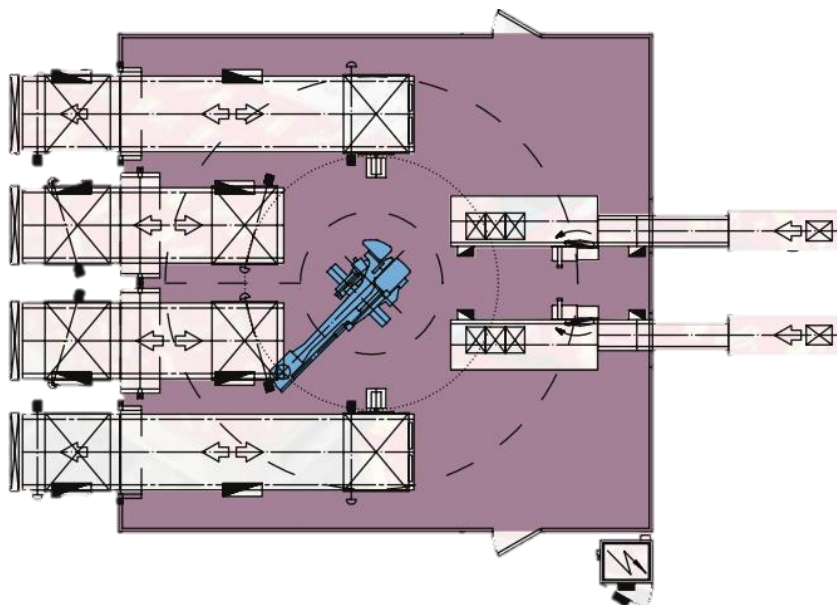
Jedná se o jednoúčelové zařízení, které skládá sortiment na paletu po vrstvách. Zpaletizovaná paleta se vytváří postupným přidáváním vrstev. Paletizátory dělíme podle způsobu přivádění produktu. Produkt přivádíme buďto zespodu, nebo z vrchu. Způsob přivádění z vrchu je mnohem rychlejší a dosahuje se u něj nejvyšších rychlostí paletizace, a to až 60 položek za minutu. Jsou to stroje nastavené na malý rozsah sortimentů. Hlavně tedy z pohledu tvaru.



Obrázek 4: Paletizátor se spodním přísunem produktů [4]

1.4.2 PALETIZACE PRŮMYSLOVÝM ROBOTEM

V poslední době čím dál více progresivní způsob paletizace. Základem zařízení je průmyslový robot opatřený speciální hlavou pro manipulaci s daným sortimentem. Hlava robota je umístěna na efektoru robota. Při různých tvarech sortimentů na jedné lince se využívá více hlav, které se při změně sortimentu mění. Hlavy samotné jsou speciální pro každý tvar a konzistenci sortimentu. Například při paletizaci kartonových krabic se využívá stlačeného vzduchu, a to konkrétně použitím savek (Venturiho dýza).



Obrázek 5: Paletizace pomocí průmyslového robota [4]

1.5 PRVKY PALETIZACE

Celý proces paletizace se skládá ze základních strojů. Použití strojů ovlivňuje typ sortimentu a zvláštní požadavky zákazníka

1.5.1 DOPRAVNÍKY

Slouží k transportu produktů a palet. Pro palety mohou být dopravníky řetězové a válečkové. Pro produkty to mohou být válečkové, pásové, modulární atd. Dopravníky mohou nahrazovat i jiná transportní zařízení, a to například vozíky.



Obrázek 6: Příklad kombinace řetězového a válečkového dopravníku pro palety [5]



1.5.2 STOHOVAČE PALET

Stohovače jsou detailněji popsány v kapitole 2 tohoto dokumentu.

1.5.3 VKLADAČE PROLOŽEK

Proložky slouží k oddělení sortimentu na paletě a k jeho vzájemnému zajištění. Proložky jsou nejčastěji kartonové a manipulace s nimi probíhá pomocí stlačeného vzduchu a to například savkami (Venturiho dýza).

1.5.4 OVINOVACÍ ZAŘÍZENÍ

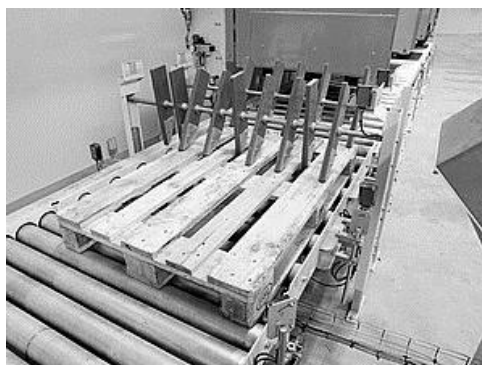
Ovinovačky slouží zajištění sortimentů na paletě. U velmi soudržných produktů může být ovinování opomíjeno [6]



Obrázek 7: Ovinovací zařízení Octopus "S" series [6]

1.5.5 INDIKACE VADNÝCH PALET

Indikátory závadných a poškozených palet jsou umísťovány mezi paletizátor a stohovač. Slouží k indikaci a vyřazení palet, které by mohli poškodit paletizační proces. Kontroluje se rozměr a funkčnost palety.



Obrázek 8: Indikátor poškozených palet Alvey [5]

1.5.6 PALETY

Palety jsou základními prvky transportního systému. Jsou to opakovatelně použitelné prvky pro základní manipulaci s materiálem. Palety mohou být z různých materiálů a jejich velikosti se dle kontinentů a použití liší. V tabulce 1 jsou vybrány nejpoužívanější typy palet na evropském kontinentu. Normalizované palety jsou vázány standardy v oblasti jakosti, manipulace či posuzování poškození.

Tabulka 1: Druhy palet [7]

	<p>EURO paleta 1200×800×144</p>	<p>Váha palety je cca 20–24 kg dle vlhkosti dřeva. Výroba je definována velmi podrobně. Nosnost europalet je nejvýše 1500 kg,</p>
	<p>EURO paleta 2 1200 x 1000 x 144</p>	<p>Obsahuje 7 svrchních prken, přičemž krajní jsou zdvojená. Spodní konstrukce je uzavřená, neumožňuje tedy manipulaci nízkozdvíhacími vozíky.</p>
	<p>EURO paleta 3 1000 x 1200 x 144</p>	<p>Obsahuje 7 svrchních prken stejné šířky. Jedná se o čtyřcestnou paletu (dvoucestnou pro nízkozdvíhací vozíky).</p>



	EURO paleta 6 800 x 600 x 144 mm.	Obsahuje 7 svrchních prken stejné šířky. Jedná se o čtyřcestnou paletu (dvoucestnou pro nízkozdvížené vozíky).
	Těžká jednocestná paleta 1200 x 1000 x 146	nosnost do 1000 kg

1.6 DRUHÝ SORTIMENTŮ

Sortimenty lze dělit podle tvaru, objemu, rozměrů, stohovatelnosti, hutnosti, soudržnosti. Pro paletizaci se však využívá co nejjednodušších tvarů schopných nejlepší stohovatelnosti, soudržnosti, manipulovatelnosti a stability. Využívá se tak ve výrobním procesu sekundárního balení, které seskupuje nesoudržné produkty do forem schopných paletizace.



Tato verze diplomové práce je zkrácená (dle Směrnice děkana).

Neobsahuje identifikaci subjektu, u kterého byla diplomová práce zpracována a dále informace, které jsou dle rozhodnutí dotčeného subjektu jeho obchodním tajemstvím či utajovanými informacemi.



SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Stohovač palet	8
Obrázek 2: Příklad výrobního procesu	9
Obrázek 3: Proces paletizace	10
Obrázek 4: Paletizátor se spodním přísunem produktů [4]	11
Obrázek 5: Paletizace pomocí průmyslového robota [4]	12
Obrázek 6: Příklad kombinace řetězového a válečkového dopravníku pro palety [5]	12
Obrázek 7: Ovinovací zařízení Octopus "S" series [6]	13
Obrázek 8: Indikátor poškozených palet Alvey [5]	14
Obrázek 9: Příklad rozmístění prvků paletizace [5] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 10: PLC Siemens SIMATIC S7-300 [8] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 11: Základní části stohovače palet Alvey [5] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 12: Doplnující nárysný a bokorysný pohled na stohovač Alvey [5] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 13: Procon empty pallet magazine [9] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 14: Palomat in line [10] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 15: Palomat double up [10] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 16: Stohovač Webcon [11] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 17: Vidlicový stohovač Alvey [5] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 18: Stohovač Alvey s vedením a výsuvnými prsty [5] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 19: Detail zvedacího ústrojí [5] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 20: Detail "prstu" úchyty [5] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 21: Stohovač Alvey s nastavitelnými "prsty" [5] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 22: Detail nastavitelného uchycení "prstů" [5] Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 23: Stohovač při výrobě Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 24: Stohovač spolu s dopravníky a stohem palet Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 25: Základní části konstrukce Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 26: Zadní pohled na celý rám a řez svařencem nohy Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 27: Stavěcí patka Eles+Ganter..... Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 28: Zadní pohled na vozík bez ramen Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 29: Vozík vedený v rámu Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 30: Vozík i s rameny..... Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 31: Svěrka pásu a dopínání Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 32: kladka HVB 054..... Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 33: Kolejnice HRV 054..... Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 34: Kladka horního vedení Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 35: Detail dolního vedení..... Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 36: Zdvojený píst Festo DNCB 63 100 a 160 Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 37: Vzduchové schéma..... Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 38: Pohyblivé rameno stohovače Chyba! Záložka není definována.	
Obrázek 39: Detail prstu Chyba! Záložka není definována.	



Obrázek 40: Zdvižné ústrojí	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 41: Zdvižný pás 2T	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 42: Převod konstrukce na statickou úlohu	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 43: Zjištění polohy výslednice sil grafickou metodou a náhrady vazeb	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 44: Schéma dynamické soustavy	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 45: Motor SEW S67DRE90L4 [8]	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 46: poloha výslednice zatěžujících sil	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 47: Schéma náhrad vazeb	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 48: Umístění vazeb a zatížení	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 49: Detail síťování výpočtového modelu rámu	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 50: Výsledky napjatosti v rámu	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 51: Absolutní velikost posunutí uzlů v rámu	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 52: Zobrazení předpokládaných kritických a převod na schématické zobrazení náhrad vazeb	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 53: Rozložení tíhy stohu na 3 opěrné body při poškozené paletě	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 54: Umístění vazeb a detaily síťování	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 55: Výsledky MKP dle HMM (von Mises) .	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 56: Posunutí prvků ve směru osy Z	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 57: Schéma uvolnění ramen vozíku	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 58: Schéma zatížení	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 59: Umístění vazeb a detaily síťování	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 60: Výsledky napjatosti dle HMM	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 61: Absolutní hodnota posunutí prvků v rámu vozíku	Chyba! Záložka není definována.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Druhy palet [7]	14
Tabulka 2: Charakteristika stohovače Procon [9] ...	Chyba! Záložka není definována.
Tabulka 3: Charakteristika stohovače Webcon [11]	Chyba! Záložka není definována.
Tabulka 4: Rozměry palet pro stohovač	Chyba! Záložka není definována.
Tabulka 5: Polohy čelistí pro úchop palet	Chyba! Záložka není definována.
Tabulka 6: Vstupní kinematické a dynamické parametry	Chyba! Záložka není definována.
Tabulka 7: Výsledky reakčních sil	Chyba! Záložka není definována.
Tabulka 8: Parametry zvoleného motoru s převodovkou	Chyba! Záložka není definována.
Tabulka 9: Výsledné zatěžující síly na rám vozíku .	Chyba! Záložka není definována.





SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Vizualizace stohovače

Příloha 2: Vizualizace stohovače s dopravníky

Příloha 3: Výpočet reakčních sil od vozíku (Program Mathcad)

Příloha 4: Výpočet dynamické soustavy metodou redukce (Program Mathcad)

Příloha 5: Výpočet dynamických sil působících vozíkem (Program Mathcad)

Příloha 6: Výpočet dynamických sil působících na vozík (Program Mathcad)

Příloha 7: Výkres sestavy stohovače

Příloha 8: Výkres sestavy zdvižné jednotky

Příloha 9: Výkres sestavy svařence prstu

Příloha 10: Výkres dílu svařence

Příloha 11: Výkres dílu svařence